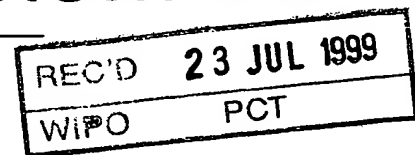


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



ED U

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(A) OR (B)

**Bescheinigung**

DES 99 / 1188

Die Daimler-Benz Aktiengesellschaft in Stuttgart/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Zentral gespeistes Antennensystem und Verfahren zum Optimieren eines solchen Antennensystems"

am 21. April 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die Anmeldung ist auf die DaimlerChrysler AG in Stuttgart/Deutschland umgeschrieben worden.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 01 Q 19/10 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 7. Juni 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Hiebinger

Aktenzeichen: 198 17 766.6



Zentral gespeistes Antennensystem und Verfahren zum Optimieren eines solchen Antennensystems

Die Erfindung bezieht sich auf ein zentral gespeistes Antennensystem und ein Verfahren zum Optimieren eines solchen Antennensystems.

Derartige Antennensysteme sind üblicherweise Systeme mit einem Einfachreflektor und einem Speisesystem, wobei jedoch auch Doppelreflektoren-Systeme bekannt sind, bei denen das Speisesystem einen Subreflektor bestrahlt, der seinerseits einen Hauptreflektor ausleuchtet. Im folgenden wird stets von einem Einfachreflektor-Antennensystem gesprochen; jedoch sind die Ausführungen stets auch für ein Doppelreflektor-Antennensystem möglich.

Im Vergleich zu einer Antenne mit einem Einfachreflektor und einem Offset-Speisesystem sind zentral gespeiste Antennensysteme mit einem Einfachreflektor baulich kompakter. Hinsichtlich der elektromagnetischen Eigenschaften hat eine zentral gespeiste Antenne keine Offset-Kreuzpolarisation und erzeugt dadurch weniger Kreuzpolarisation als ein Antennensystem mit einem Einfachreflektor und einem Offset-Speisesystem. Jedoch haben zentral gespeiste Antennen zwei wesentliche Nachteile hinsichtlich der elektromagnetischen Eigenschaften: Zum einen wird das von dem Reflektor ausgehende elektromagnetische Feld durch das Speisesystem, die Stützen für das Speisesystem und die Speisekabel abgeschattet, zum anderen wirkt dieses elektromagnetische Feld auf das Speisesystem zurück. Die Abschattung hat im wesentlichen einen Einfluß auf das copolare Antennendiagramm: es ergibt sich eine Welligkeit dieses Diagrammes in Haupt-

tet, zum anderen wirkt dieses elektromagnetische Feld auf das Speisesystem zurück. Die Abschattung hat im wesentlichen einen Einfluß auf das copolare Antennendiagramm: es ergibt sich eine Welligkeit dieses Diagrammes in Hauptstrahlrichtung und eine Änderung des Niveaus der Nebenkeulen. Im Falle einer zirculapolarisierten zentralgespeisten Antenne wird hierdurch zusätzlich eine höhere Kreuzpolarisation auftreten. Die Rückwirkung auf das Speisesystem durch das von dem Reflektor abgestrahlte Nahfeld hat im wesentlichen einen Einfluß auf das kreuzpolare Antennendiagramm und den Reflexionsfaktor des Gesamtsystemes.

Die Abschattung kann dadurch reduziert werden, dass die im Nahfeld liegenden Teile des Antennensystems, also die Stützen und das Speisesystem sowie die Kabel, so durchsichtig wie möglich für das elektromagnetische Feld gestaltet werden; außerdem sind elektrisch leitende Verkleidungen möglich, die zusätzliche Streuungen im Bereich des Nahfeldes vermeiden und damit auch die Störung im Fernfeld reduzieren.

Die Rückwirkung des Nahfeldes auf das Speisesystem kann durch Stör- oder Streukörper vermindert werden, z.B. kleine konusförmige Streukörper, die in das Zentrum des Reflektors eingesetzt werden. Die Streukörper werden hierbei so geformt, dass das hiervon ausgehende Streufeld und das vom Reflektor reflektierte Nahfeld sich im Bereich des Speisesystems destruktiv überlagern, so dass hier eine Nullstelle erzeugt wird. Trotzdem stört dieses Streufeld natürlich auch das Fernfeld.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein zentral gespeistes Antennensystem so zu modifizieren, dass die Auswirkungen der Abschattung und der Rückwirkung auf das Speisesystem deutlich reduziert werden; außerdem soll ein Verfahren angegeben werden, mit dem dieses erreicht werden kann.

Diese Aufgaben sind für ein zentral gespeistes Antennensystem durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst; für ein Verfahren sind diese Aufgaben durch die Merkmale des weiteren unabhängigen Patentanspruches gelöst.

Demgemäß wird im wesentlichen die gesamte wirksame Reflektoroberfläche so geformt, dass entsprechend der Fernfeldanforderung das Maximum des copolaren Fernfeldes auf der beleuchteten Bedeckungsfläche liegt und das Minimum des copolaren Nahfeldes bei dem Speisesystem liegt, z.B. an der Apertur eines Hornes.

Die tatsächliche Gestalt der wirksamen Oberfläche des Reflektorsystemes wird in einem Rechner mit Hilfe eines Software-Programmes bestimmt. Zunächst wird anhand eines Programmes die Oberflächengestalt des Reflektors anhand der Anforderungen an das copolare Fernfeld errechnet, wobei zunächst die Einflüsse der Rückwirkung zwischen Reflektorfläche und Speisesystem vernachlässigt werden. Ein derartiges Programm ist bekannt und wird allgemein als PO-Programm bezeichnet, d.h. Physical Optics; vgl. etwa „Stig Busk Sørensen: Manual for POS, Physical Optics Single reflector shaping program. TICRA engineering consultants, Copenhagen, Denmark, June 1995“. Damit erhält man ein Rechenmodell ei-

nes an die Anforderungen hinsichtlich des copolaren Fernfeldes angepaßten Antennensystemes.

Dieses Rechenmodell wird dann anhand eines Optimierungsprogrammes, welches auf die im wesentlichen gesamte wirksame Reflektorfläche angewendet wird, dahingehend optimiert, dass die Rückwirkungen des Nahfeldes auf das Speisesystem im wesentlichen auf den Wert Null gebracht werden, ohne dass durch diese Optimierung die Eigenschaften des copolaren Fernfeldes wesentlich verändert werden.

Mit einem solchen Verfahren, die gesamte wirksame Antennenfläche zu optimieren, werden der Reflexionsfaktor des gesamten Systems und die Eigenschaften in Co- und Kreuzpolarisation wesentlich verbessert.

Die Erfindung ist in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

Figur 1 eine schematische perspektivische Ansicht einer zentral gespeisten Antenne mit einem Horn als Speisesystem und einem Einfachreflektor, dessen Oberfläche gemäß der Erfindung geformt ist;

Figur 2 eine schematische perspektivische Darstellung der Abweichung der Oberflächengestalt des gemäß der Erfindung geformten Reflektors von einem üblichen Parabolreflektor;

Figur 3 eine Darstellung des Reflexionsfaktors des Gesamtsystemes für ein Referenzsystem mit einem Parabolreflektor für die Polarisierung in X-Richtung

und für ein Antennensystem gemäß der Erfindung für die Polarisationen in X- und Y-Richtung;

Fig. 4a

bis 4d Gegenüberstellungen der Antennendiagramme in Elevation und Azimut über der Bedeckungsfläche in Co- und Kreuzpolarisation für ein Referenzsystem und ein Antennensystem gemäß der Erfindung.

In Figur 1 ist ein zentral gespeistes Antennensystem 1 mit einem Einfachreflektor 2 und einem Speisesystem, in diesem Falle einem Horn 3 dargestellt, wobei das Horn über vier Stützen 4 mittig über dem Reflektor 2 gehalten ist und über Kabel 5 gespeist wird.

Der Reflektor 2 ist ein Parabolreflektor, der nach herkömmlichen Methoden so ausgelegt ist, dass eine gewünschte Bedeckungsfläche 6 (Figur 4) ausreichend ausgeleuchtet wird. Das Antennensystem 1 wird z.B. auf einem Nachrichtensatelliten eingesetzt, so dass die Bedeckungsfläche ein bestimmtes Gebiet auf der Erdoberfläche ist.

Um die Dämpfung des Fernfeldes durch das Horn, die Stützen und das Kabel zu reduzieren, werden die Stützen 4 als Streben mit einer Wabenstruktur aus faserverstärktem Kunststoff hergestellt. Als Fasern werden bevorzugt Aramitfasern verwendet. Das Horn 3 wird mit einer reflektierenden Folie, z.B. einer Aluminiumfolie, grob umhüllt, was insbesondere dazu dient, Reflexionen des Nahfeldes an scharfen Kanten etc. zu verhindern.

Die Oberfläche des Parabolreflektors wird zunächst mit Hilfe eines Software-Programmes so berechnet, dass das Fern-

feld des Antennensystemes die gewünschte Bedeckungsfläche 6 überdeckt. Dies erfolgt z.B. mit Hilfe des oben genannten PO-Programmes.

Anschließend wird ein ebenfalls rechnergestützter Optimierungsprozeß mit Hilfe eines Optimierungsprogrammes vorgenommen, mit dem im wesentlichen die gesamte Reflektorfläche Punkt für Punkt optimiert wird, um einmal die Bedingungen im Nahfeld und zum anderen diejenigen im Fernfeld zu optimieren. Die Bedingung im Nahfeld lautet im wesentlichen, dass die Fläche so gestaltet wird, dass sich an der Apertur des Hornes im copolaren Nahfeld eine Nullstelle ergibt, und dass auf der Bedeckungsfläche im copolaren Fernfeld ein Maximum erzeugt wird.

In Figur 2 sind die damit errechneten Abweichungen der optimierten Reflektorfläche gegenüber der vorgeformten Reflektorfläche dargestellt. Die Daten gelten für einen Antennenreflektor mit einem Durchmesser von 100 cm und einem Abstand der Hornapertur über dem Zentrum des Parabolreflektors von 40 cm. Das Frequenzband liegt bei dieser Antenne zwischen 5,8 und 6,4 GHz bei zweifach linearer Polarisati-on. Die in Figur 2 gezeigten Abweichungen des optimierten Reflektors 2 von der vorgeformten Parabolform liegen zwischen -1,74 mm und +4,41 mm.

In Figur 3 ist der Reflexionsfaktor des Gesamtsystemes in Bezug zu dem Referenzsystem mit einem vorgeformten Parabolreflektor in dem Frequenzband zwischen 5,6 und 6,5 GHz gezeigt. Mit 7 ist hierbei die Kurve für das Referenzsystem in Copolarisation gezeigt; mit 8 ist die entsprechende Kurve für das optimierte Antennensystem gemäß den Figuren 1

und 2 gezeigt. Man sieht, dass die Werte hier deutlich besser sind. Mit 9 ist weiterhin die Kurve für die Kreuzpolarisation für das Antennensystem gemäß der Erfindung dargestellt. Die mittlere Amplitude für das Gesamtsystem liegt bei etwa 22 dB.

In Figur 4 sind jeweils Antennendiagramme über der Bedeckungsfläche 6 für das Referenzsystem mit Parabolreflektor und für das Antennensystem gemäß der Erfindung dargestellt: Die Figuren 4a und 4b zeigen die copolaren Antennendiagramme für das Referenzsystem bzw. das System gemäß der Erfindung, wobei die Linien mit den jeweiligen dB-Werten versehen sind. Für das Referenzsystem gemäß Figur 4a ist deutlich etwa in der Mitte der Bedeckungsfläche 6 ein Bereich 10 zu erkennen, der durch eine Linie mit 24 dB begrenzt ist. Ein derartiger Bereich ist in Figur 4b bei dem Antennensystem gemäß der Erfindung nicht vorhanden. Das gesamte Bedeckungssystem bei dem Antennensystem gemäß der Erfindung wird quasi von einem Bereich mit dem dB-Wert von 24 umgrenzt. Insgesamt kann mit einer Optimierung der gesamten Oberfläche des Antennenreflektors gemäß der Erfindung das copolare Fernfeld besser gestaltet werden. Die durch die Dämpfung durch das Horn, die Streben und die Kabel hervorgerufenen Störungen des copolaren Feldes werden mit dem Antennensystem gemäß der Erfindung stark reduziert.

In Figur 4c ist das Antennendiagramm des Referenzsystemes in der Kreuzpolarisation gezeigt, in Figur 4d dasjenige des Antennensystems gemäß der Erfindung. Hier sieht man ganz deutlich, dass mit der Erfindung eine wesentliche Verbesserung der Antenneneigenschaften erreicht werden, d.h. dass durch die Optimierung der im wesentlichen gesamten Reflek-

torfläche die Einflüsse der Rückwirkung des Nahfeldes auf das Speisesystem reduziert werden.

Insgesamt wird das Gesamtsystem so verbessert, dass die störenden Einflüsse durch die Dämpfung und die Rückwirkung auf das Speisesystem etwa so wirken, wie ein äquivalenter Störer von mehr als - 30 dB.

In der Tabelle am Schluß der Beschreibung sind die Werte für den maximalen Gesamtreflexionsfaktor, den minimalen Gewinn am Rand der ausgeleuchteten Bedeckungsfläche, den minimalen Gewinn innerhalb der Bedeckungsfläche in dem Frequenzband zwischen 5,854 und 6,298 GHz, die maximale Kreuzpolarisation auf der gesamten Bedeckungsfläche und die minimale Kreuzpolarisationsdiskrimination XPD, d.h. eine Punkt-für-Punkt-Korrelation zwischen Co- und Kreuzpolarisation auf der gesamten ausgeleuchteten Bedeckungsfläche ebenfalls im Frequenzband zwischen 5,854 und 6,298 aufgelistet, und zwar einmal für eine als Referenz dienende Parabolantenne, dann für eine Parabolantenne mit einem zentralen Störkörper und schließlich für ein Antennensystem, deren Reflektor gemäß der Erfindung über die gesamte Oberfläche nachgeformt wurde.

Man sieht, dass die Antenneneigenschaften in der Kreuzpolarisation, die aufgrund der Rückwirkung des Nahfeldes auf das Speisesystem erzeugt werden, mit einer Nachformung der gesamten Reflektoroberfläche besser ausgelegt werden können als mit der Anwendung von Störkörpern. Die Antenneneigenschaften in Copolarisation am Rande der Bedeckungsfläche sind bei einer entsprechend der Erfindung optimierten Reflektorfläche besser als bei einer Anwendung von Störkörpern.

pern. Die Störkörper stören das gesamte Feld, das ursprünglich unter copolaren Anforderungen ausgelegt war. Hingegen entspricht die gemäß der Erfindung nachgeformte Oberfläche des Reflektors einem optimalen Kompromiß zwischen der copolaren Antenneneigenschaft und der Reduktion der Rückwirkung auf das Speisesystem.

Insgesamt führt die Nachformung der gesamten Reflektoroberfläche überwiegend zu besseren elektrischen Eigenschaften als die Anwendung von Streukörpern.

Auch wenn im Vorhergehenden nur die Optimierung eines Antennensystemes mit einem Einfachreflektor geschildert wurde, sind natürlich auch Antennensysteme mit Doppelreflektoren, d.h. einem Subreflektor und einem Hauptreflektor gemäß der Erfindung zu optimieren. Hierbei wird zunächst der von dem Speisesystem bestrahlte Subreflektor über die gesamte Oberfläche optimiert, um die Rückwirkung auf das Speisesystem zu minimieren und den Hauptreflektor optimal auszu-leuchten. Anschließend wird der Hauptreflektor wiederum so optimiert, dass das Maximum der Copolarisation auf der Be-deckungsfläche maximal und die Rückwirkung auf den Subre-flektor minimal ist.

Bei allen Verfahren gemäß der Erfindung stimmt die Optimie-rung sehr gut mit der Analyse überein, d.h. die gemessenen Eigenschaften des Antennensystems stimmen sehr gut mit den zuvor berechneten Eigenschaften überein. Damit ist mit dem Verfahren ein sehr wirksames Werkzeug zur Verfügung ge-stellt, um Antennensysteme ohne komplizierte und langwierige Versuche zu konstruieren.

Tabelle

	ursprüngliche Reflektoroberfläche ohne Streukörper		ursprüngliche Reflektoroberfläche mit Ø90mm Platte Pos. 356.4		nachgeformte Reflektoroberfläche	
	Pol. X	Pol. Y	Pol. X	Pol. Y	Pol. X	Pol. Y
<u>Messung:</u> maximaler Gesamtreflexionsfaktor zwischen 5.850 und 6.425 GHz		-15.0 dB		-22.0 dB	-21.2 dB	-23.9 dB
<u>Messung:</u> minimaler Gewinn am Rand vom Ausleuchtgebiet zwischen 5.854 und 6.298 GHz (ohne Kabel Verluste)	23.11 dBi	23.69 dBi	22.95 dBi	23.10 dBi	23.86 dBi	23.73 dBi
<u>Messung:</u> minimaler Gewinn innerhalb vom Ausleuchtgebiet zwischen 5.854 und 6.298 GHz (ohne Kabel Verluste)	23.17 dBi	23.58 dBi	23.00 dBi	23.09 dBi	23.96 dBi	23.85 dBi
<u>Messung:</u> maximaler Kreuzpolarisation auf dem gesamten Ausleuchtgebiet zwischen 5.854 und 6.298 GHz (ohne Kabel Verluste)	+3.64 dBi	+4.76 dBi	-1.11 dBi	-0.29 dBi	-4.37 dBi	-5.32 dBi
<u>Messung:</u> minimale XPD auf dem gesamten Ausleuchtgebiet zwischen 5.854 und 6.298 GHz (ohne Kabel Verluste)	21.87 dB	19.90 dB	26.06 dB	24.80 dB	29.44 dB	29.82 dB

Patentansprüche

1. Zentral gespeistes Antennensystem mit einem Speisesystem, und einem, eine Bedeckungsfläche beleuchtenden Reflektorsystem, z.B. einem Einfach- oder einem Doppelreflektor, dadurch gekennzeichnet, dass im wesentlichen die gesamte wirksame Reflektoroberfläche so geformt ist, dass entsprechend der Anforderung an das Fernfeld des Antennensystems das Maximum des copolaren Fernfeldes auf der Bedeckungsfläche (6) liegt und das Minimum des copolaren Nahfeldes an dem Speisesystem (3) liegt.
2. Antennensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflektoroberfläche dergestalt geformt ist, dass bei der Optimierung des Nahfeldes zur Reduzierung der Rückwirkung auf das Speisesystem das copolare Fernfeld im wesentlichen nicht verändert wird.
3. Antennensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Speisesystem ein Horn (3) ist, das einen geringen Aperturdurchmesser aufweist.
4. Antennensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Speisesystem (3) mit Stützen (4) abgestützt ist, die eine Wabenstruktur aus faserverstärkten Kunststoff haben.
5. Verfahren zum Optimieren eines zentral gespeisten Antennensystems nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für das Antennensystem ein Rechenmodell verwendet wird, das Fern- und Nahfeld errechnet, und dass im Modell im wesentlichen die gesamte Reflektoroberfläche derart ver-

5. Verfahren zum Optimieren eines zentral gespeisten Antennensystems nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für das Antennensystem ein Rechenmodell verwendet wird, das Fern- und Nahfeld errechnet, und dass im Modell im wesentlichen die gesamte Reflektoroberfläche derart verformt wird, dass im Nahfeld im Bereich des Speisesystems eine Nullstelle erzeugt wird und das Maximum des copolaren Fernfeldes auf der Bedeckungsfläche liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst mit Hilfe eines Rechenmodelles für das Antennensystem die Anforderungen an das Fernfeld berechnet werden und dass daraufhin das Rechenmodell so optimiert wird, dass im Bereich des Nahfeldes an dem Speisesystem eine Nullstelle erzeugt wird, ohne dass das berechnete Fernfeld im wesentlichen verändert wird.

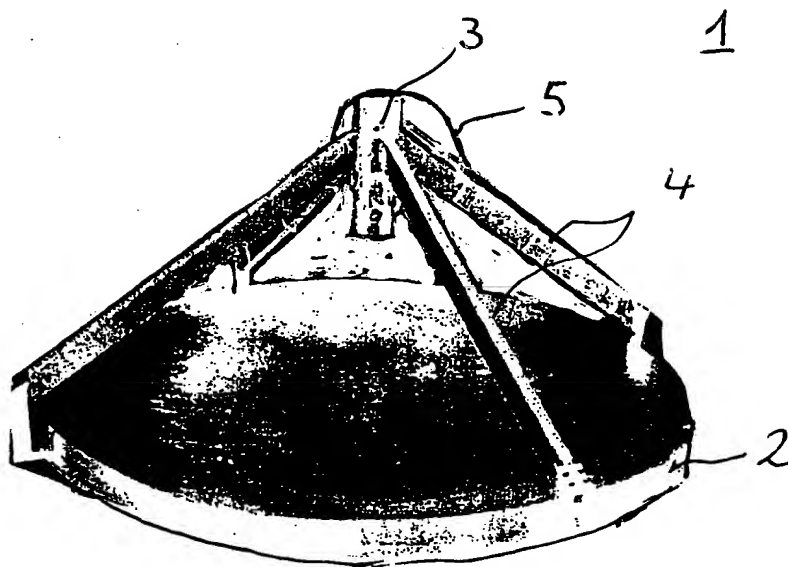


Fig. 1

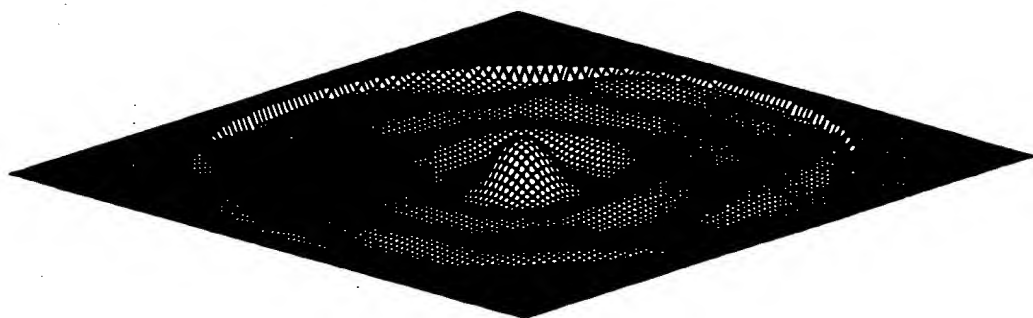


Fig. 2

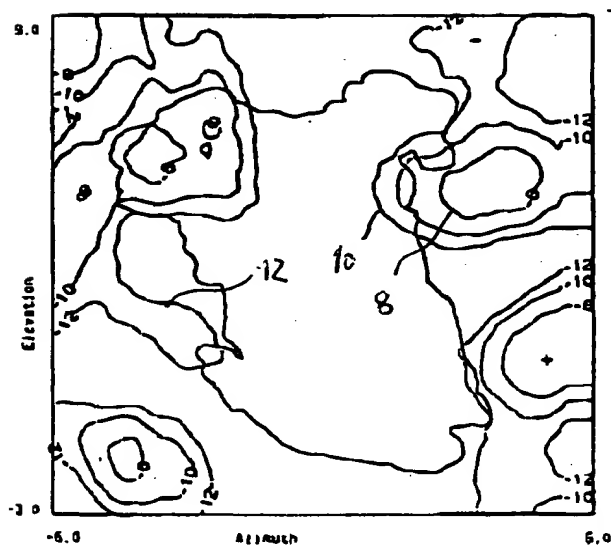
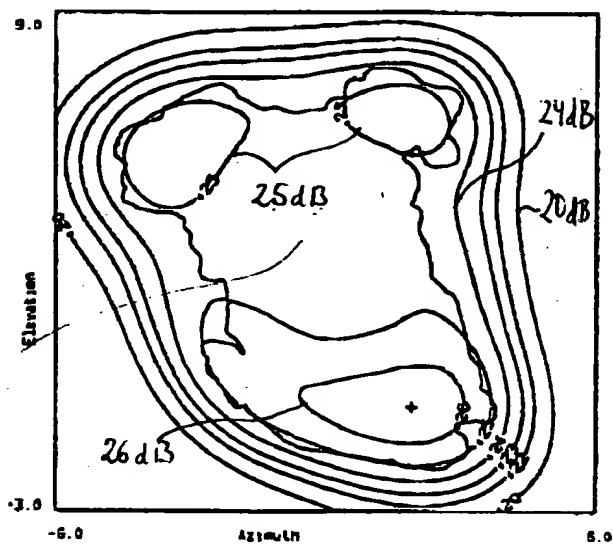
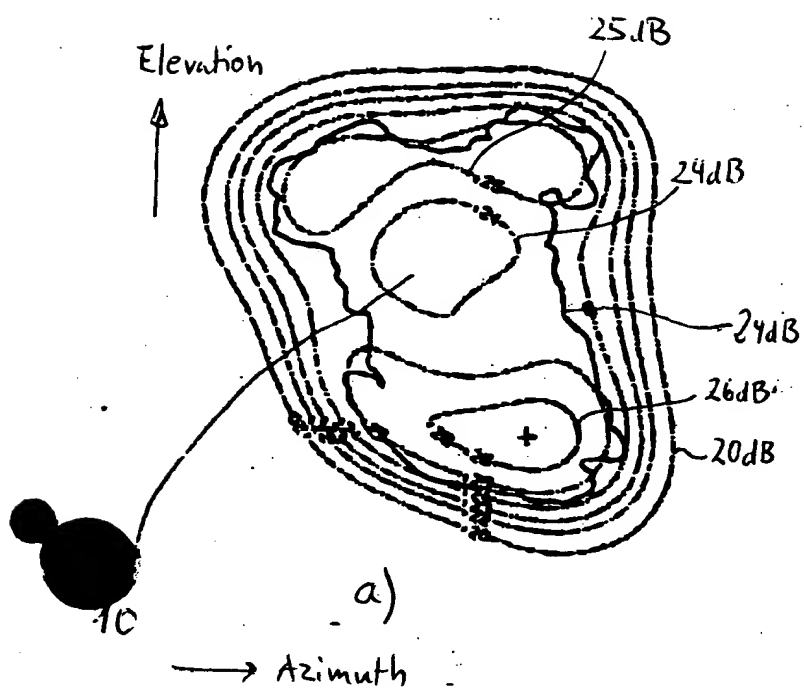


Fig. 4

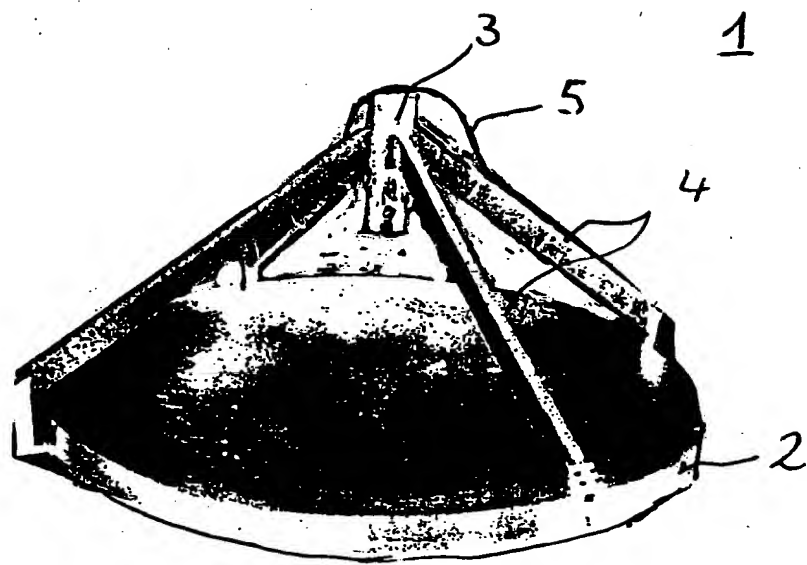


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (insert)